

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-251222

(43)Date of publication of application : 17.09.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

B05D 3/00

G03F 7/16

H01L 21/66

(21)Application number : 10-050257

(71)Applicant : MIYAGI OKI DENKI KK  
OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 03.03.1998

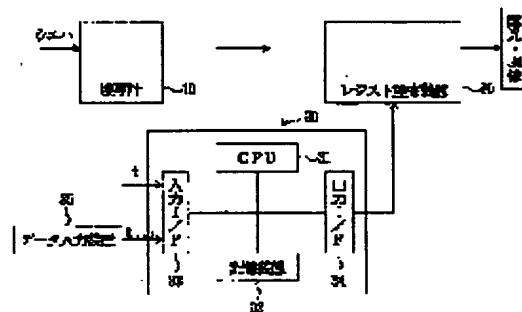
(72)Inventor : SATAKE SHUNJI  
SHINO TOKIO

## (54) METHOD FOR COATING RESIST

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for coating a resist wherein evenness in resist pattern dimension in a wafer surface or wafers, etc., is enhanced.

**SOLUTION:** An initial set value  $t_{ref}$  for a film thickness of an interlayer insulating film as a base material is brought into an electronic control device 30 through a data input device 35, then a film thickness  $t$  of an actual interlayer insulating film is measured by a film-thickness gauge 10, which is taken into the electronic control device 30. Then, a deviation  $\Delta t$  ( $\Delta t = t_{ref} - t$ ) of the film thickness of the actual interlayer insulating film 3 from the initial set value  $t_{ref}$  of the film thickness  $t$  of the actual interlayer insulating film 3 is obtained with the electronic control device 30. Then, based on the deviation  $\Delta t$ , a shift amount  $R\Delta t$  of the resist film thickness of compensating phase shift of exposure reflected light is obtained, and the shift amount  $R\Delta t$  of the resist film thickness for compensation is added to the initial set value  $t_{ref}$  of film thickness of the interlayer insulating film 3, for obtaining a film thickness  $Rt$  of the resist film. Then, a command (for example, spinner's rotation frequency) is issued to a resist coating device 20 for coating a resist for optimum resist film thickness  $Rt$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] (a) The resist method of application characterized by applying resist thickness to which the amount of thickness fluctuation of the interlayer insulation film of a semiconductor device is computed before resist spreading, and the amount of resist pattern dimension fluctuation becomes the smallest to the amount of resist thickness fluctuation based on the amount of thickness fluctuation of (b) this interlayer insulation film.

[Claim 2] (a) When the thickness measurement of the interlayer insulation film of a semiconductor device has a difficult substrate before resist spreading, by measuring the reflection factor on a semiconductor device Compute the amount of thickness fluctuation of said interlayer insulation film, and it is based on the thickness on the dummy pattern used as (b) criteria. The resist method of application characterized by applying resist thickness to which it asks for the change in the amount of thickness fluctuation of said interlayer insulation film, and the amount of resist pattern dimension fluctuation becomes the smallest to the amount of resist thickness fluctuation.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the resist method of application in a photolithography processes (following, HOTORISO) in manufacture of a semiconductor device.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 8 is drawing showing the relation between resist thickness and a resist pattern dimension. A resist pattern dimension changes with the multiplex cross protection of the incident light at the time of an exposure process, and the reflected light from a substrate with a fixed period to resist thickness so that clearly from this drawing. That is, a period changes with wavelength of an aligner, and the amplitude becomes large, so that the reflection factor from a substrate is high.

[0003] Also when resist thickness is conventionally changed at the time of semiconductor device development, each process of semiconductor device manufacture estimates beforehand the resist thickness of the A or the B point used as the pole of the period shown in drawing 8, and resist thickness is set up so that the amount of fluctuation of a resist pattern dimension may become small. As for the set-up resist thickness, managing indirectly is common by measuring periodically the resist thickness applied on the semi-conductor substrate [ flat / for the thickness measurement of resist ] (following wafer).

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, by the above-mentioned conventional approach, various level difference structures exist by the pile of wiring and an interlayer insulation film on a semiconductor substrate. Here, as for a wiring process, the high film of permeability is used in many cases, as for the high reflective film and an interlayer insulation film. Drawing 9 is the sectional view of the semiconductor device which has a level difference, and, for 50, as for the high reflective film and 52, a semi-conductor substrate and 51 are [ an interlayer insulation film and 53 ] resist film.

[0005] As shown in this drawing, the part of a, i.e., a substrate, forms a resist in the part with which the high reflective film 51 and an interlayer insulation film 52 lapped. Then, since the reflection factor in the front face of the interlayer insulation film 52 of exposure light is small, exposure light carries out multiplex interference within the bipolar membrane of the resist film 53 and an interlayer insulation film 52 (the reflected light on the front face of an interlayer insulation film can be disregarded). Moreover, when the thickness of an interlayer insulation film 52 is changed, the phase of the light in the interlayer insulation film at the time of exposure shifts.

[0006] Drawing 10 is drawing showing the shift condition of the phase of the light in the interlayer insulation film at the time of exposure, when the thickness of the interlayer insulation film as a substrate is changed, and drawing in which drawing 10 (a) shows the phase of the light in the interlayer insulation film at the time of ideal exposure, and drawing 10 (b) are drawings showing the shift condition of the phase of the light in the interlayer insulation film at the time of the exposure at the time of changing the thickness of an interlayer insulation film. As shown in these drawings, the phase of the light in the bipolar membrane of the resist film and an interlayer insulation film shifts, and the resist thickness of the pole A shown by drawing 8 and Pole B moves. In addition, in drawing 8, an axis of abscissa shows resist thickness and the axis of ordinate shows the resist pattern dimension.

[0007] Drawing 11 is drawing showing an example when the wave-like phase of the exposure light by the thickness of the interlayer insulation film as a substrate shifts. As shown in this drawing, when having set it

as Pole A and resist thickness does  $\Delta R$  fluctuation of, a resist pattern dimension is  $\Delta w_1$ . It will change. However, when [ with the same resist thickness ] a phase shifts, and  $\Delta R$  fluctuation of is done, a resist pattern dimension is  $\Delta w_2$ . It changes.

[0008] Here, it is  $\Delta w_1 < \Delta w_2$ . Becoming is clear. As a result, even when fluctuation of resist thickness is small,  $\Delta w$  to  $\Delta R$  becomes large and the homogeneity of the resist pattern dimension of a between [ the inside of a wafer side and a wafer ] etc. will deteriorate. This invention removes the above-mentioned trouble and aims at offering the resist method of application which can raise the homogeneity of the resist pattern dimension of a between [ the inside of a wafer side, or a wafer ] etc.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, in [1] resist method of application, this invention computes the amount of thickness fluctuation of the interlayer insulation film of a semiconductor device before resist spreading, and applies resist thickness to which amount of resist pattern dimension fluctuation  $\Delta w$  becomes the smallest to the amount  $R_{\Delta t}$  of resist thickness fluctuation based on the amount of thickness fluctuation of this interlayer insulation film.

[0010] [2] In the resist method of application, when the thickness measurement of the interlayer insulation film of a semiconductor device has a difficult substrate before resist spreading, by measuring the reflection factor on a semiconductor device Compute the amount of thickness fluctuation of said interlayer insulation film, and it is based on the thickness on the dummy pattern used as criteria. It asks for the change in the amount of thickness fluctuation of said interlayer insulation film, and resist thickness to which amount of resist pattern dimension fluctuation  $\Delta w$  becomes the smallest to the amount  $R_{\Delta t}$  of resist thickness fluctuation is applied.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail. The resist spreading structure-of-a-system Fig. and drawing 3 of the sectional view of a semiconductor device for drawing 1 to explain the resist method of application which shows the 1st example of this invention, and drawing 2 are the resist spreading flow chart. Here, the case where a resist pattern is produced is mentioned as an example, and the part of a of drawing 1 explains it.

[0012] For 1, as for the high reflective film and 3, in drawing 1, a semi-conductor substrate and 2 are [ an interlayer insulation film and 4 ] resist film. In drawing 2, 10 is a thickness gage and measures the thickness of the interlayer insulation film 3 as a substrate here. 20 is a resist coater, 30 is an electronic control, and this electronic control 30 is equipped with a central processing unit (CPU) 31, storage 32, the input interface 33, and the output interface 34. Moreover, 35 is a data entry unit 35 and inputs the set point of an interlayer insulation film 3.

[0013] Then, before supplying a wafer to a thickness gage 10 and applying a resist, the thickness  $t$  of the interlayer insulation film 3 on a semiconductor device is measured, and it asks for amount of gaps  $\Delta t$  from the thickness  $t$  of the early interlayer insulation film 3 which set up resist thickness conditions with an electronic control 30. Here, when a part for the phase of the reflected light to shift by amount of gaps  $\Delta t$  of an interlayer insulation film 3 is made in agreement in shifting resist thickness, a wave-like pole as shown by drawing 8 will be obtained.

[0014] Hereafter, the resist method of application of the 1st example is explained to a detail, referring to drawing 1 R> 1 thru/or drawing 3.

(1) It is the set point  $t_{ref}$  in early stages of the thickness of the interlayer insulation film 3 as a substrate first. It incorporates from a data entry unit 35 to an electronic control 30 (step S1).

(2) Next, by the thickness gage 10, measure the thickness  $t$  of the actual interlayer insulation film 3, and incorporate the thickness  $t$  to an electronic control 30 (step S2).

[0015] (3) subsequently, the set point  $t_{ref}$  in early stages of the thickness  $t$  of an interlayer insulation film 3 from -- it asks for amount of gaps  $\Delta t$  [ of the thickness of the actual interlayer insulation film 3 ]  $t$  [ $\Delta t = t_{ref} - t$ ] with an electronic control 30 (step S3).

(4) Next, calculate the shift amount  $R_{\Delta t}$  of the resist thickness which should compensate the phase shift of the exposure reflected light based on the above-mentioned amount of gaps  $\Delta t$  (step S4).

[0016] (5) subsequently, the set point  $t_{ref}$  in early stages of the thickness of an interlayer insulation film 3 the shift amount  $R_{\Delta t}$  of the resist thickness which should be compensated -- in addition, it asks for the thickness  $RT$  of the resist film (step S5).

(6) Next, take out a command (for example, spinner engine speed) to the resist coater 20, and apply a

resist so that it may become the optimal resist thickness, so that it may become the thickness  $RT$  of the resist film (step S6). That is, as shown in drawing 4, a spinner engine speed and resist thickness have a correlation. Then, a spinner rotational frequency is controlled so that the output of an electronic control 30 becomes proper resist thickness.

[0017] In addition, since refractive indexes differ, an interlayer insulation film 3 and the resist film 4 can calculate the shift amount  $R_{\text{deltat}}$  of needed resist thickness by the following formulas.

$R_{\text{deltat}} = (\text{refractive index of refractive-index/resist of interlayer insulation film}) \times \text{deltat} \quad \text{--- (1)}$

As an example, the shift amount  $R_{\text{deltat}}$  of the resist thickness which should compensate the phase shift of the exposure reflected light when 300Å of BPSG film becomes thin to a target is computed by making the BPSG film and HOTORISO into i line process at the interlayer insulation film 3 of a substrate. Then, if it substitutes for (1) type as the refractive index 1.46 of the BPSG film, the refractive index 1.64 of i line resist, and  $\text{deltat} = 300\text{Å}$ , it will become 270Å of  $R_{\text{deltat}} =$  abbreviation.

[0018] Therefore, the resist thickness  $RT$  to which amount of resist pattern dimension fluctuation  $\text{deltaw}$  becomes the smallest can be obtained to amount of resist thickness fluctuation  $\text{deltaR}$  by applying 270Å of resist thickness thickly. The resist thickness  $RT$  obtained here can be applied by adjusting the rotational frequency of the spinner of the resist coater 20, as described above.

[0019] By doing the above activity for every resist spreading process, it always becomes possible for every wafer of the to perform resist spreading by thickness to which amount of resist pattern dimension fluctuation  $\text{deltaw}$  becomes the smallest to the amount  $R_{\text{deltat}}$  of resist thickness fluctuation (shift amount). According to the 1st example, the amount  $R_{\text{deltat}}$  of thickness fluctuation of an interlayer insulation film (shift amount) is calculated before resist spreading. A shifted part of a phase thus, by adjustment of resist thickness To the amount  $R_{\text{deltat}}$  of resist thickness fluctuation (shift amount) by applying by resist thickness to which amount of resist pattern dimension fluctuation  $\text{deltaw}$  becomes the smallest always It becomes possible to obtain the resist pattern dimension used as a target, without degrading the homogeneity of the resist pattern dimension within a wafer side, when the thickness of an interlayer insulation film is changed.

[0020] Next, the 2nd example of this invention is explained. The sectional view of a semiconductor device for drawing 5 to explain the resist method of application which shows the 2nd example of this invention, the property Fig. of the thickness of the interlayer insulation film which drawing 6 shows the 2nd example of this invention, and a reflection factor, and drawing 7 are the resist spreading flow chart. In drawing 5, 41 is a semi-conductor substrate, 42 is the high reflective film of a substrate, and it consists of a circuit pattern with a small pitch. 43 is an interlayer insulation film and 44 is the resist film.

[0021] As this example shows to drawing 5, it is difficult for the high reflective film 42 of a substrate to measure correctly the thickness of the interlayer insulation film 43 on the high reflective film 42 in the case of a circuit pattern with a small pitch etc. Therefore, it is the set point  $t_{\text{ref}}$  in early stages of the thickness  $t$  of the actual interlayer insulation film 43 by measuring the reflection factor on semiconductor device equipment in the 2nd example instead of measuring the thickness of an interlayer insulation film 43. It asks for amount of gaps  $\text{deltat}$  of the insulator layer 43 between whorls.

[0022] If the reflection factor of the part of a is measured before resist spreading when forming a resist pattern in the part of a shown in drawing 5, as shown in drawing 6, the thickness  $t$  of an interlayer insulation film 43 and the relation of a reflection factor  $\alpha$  will be changed with a fixed period [when a reflection factor is measured using the same i line (wavelength of 365nm) as exposure light, the period of wavelength becomes about 1250Å]. For example, thickness  $t_{\text{ref}}$  of the interlayer insulation film at the time of initialization  $t_1$  Suppose that it carried out and the reflection factor in i line did  $\text{delta}\alpha$  fluctuation of. Amount of fluctuation  $\text{deltat}$  of the thickness of the interlayer insulation film at this time is  $t_2$  of drawing 6. Or  $t_3$  It becomes. However, as [ this ],  $\text{deltat}$  is  $t_2$  and  $t_3$ . It cannot judge whether it is either. That is, the judgment of the positive/negative of  $\text{deltat}$  cannot be performed.

[0023] Then, in order to judge the positive/negative of  $\text{deltat}$ , the positive/negative of  $\text{deltat}$  is judged by inserting a dummy pattern with the same level difference structure as a semiconductor device on a scribe line, and measuring the thickness of the interlayer insulation film of the dummy pattern used as criteria instead of a shown in drawing 5. A dummy pattern is for measuring the change in the thickness of an interlayer insulation film to initial setting. Therefore, it considers as the pattern in which thickness measurement has the flat surface of the magnitude made easily. That is, when the width of face of a scribe line is taken into consideration, the square whose one side is about 50–80 micrometers is an ideal.

[0024] By asking for the positive/negative of  $\Delta t$  on this dummy pattern, it is  $t_2$  of drawing 5.  $t_3$  It can judge which is right correction value, and can ask for exact amount of gaps  $\Delta t$ . For every process, to the amount  $R_{\Delta t}$  of resist thickness fluctuation, it becomes possible to apply by resist thickness to which amount of resist pattern dimension fluctuation  $\Delta w$  becomes the smallest, and homogeneous degradation of a resist pattern dimension can always be reduced by the thing which asked above and for which it shifts and  $R_{\Delta t}$  is calculated like the 1st example using amount  $\Delta t$ .

[0025] Hereafter, the resist method of application is explained to a detail, referring to drawing 7.

(1) The set point  $t_{ref}$  in early stages of the thickness of the interlayer insulation film as a substrate It incorporates from a data entry unit to an electronic control (step S11).

(2) Next, ask for fluctuation  $\Delta \alpha$  of a reflection factor (step S12).

(3) Next, it is based on fluctuation  $\Delta \alpha$  of a reflection factor, and is the thickness  $t_2$  of an interlayer insulation film, and  $t_3$ . It asks (step S13).

[0026] (4) Next, it is based on the thickness of the dummy pattern used as criteria, and is  $t_2$  and  $t_3$ . It judges any they are and asks for exact amount of gaps  $\Delta t$  (step S14).

(5) Next, calculate the shift amount  $R_{\Delta t}$  of the resist thickness which should compensate the phase shift of the exposure reflected light based on the above-mentioned amount of gaps  $\Delta t$  (step S15).

(6) next, the set point  $t_{ref}$  in early stages of the thickness of an interlayer insulation film the shift amount  $R_{\Delta t}$  of the resist thickness which should be compensated — in addition, it asks for the thickness  $RT$  of the resist film (step S16).

[0027] (7) Next, take out a command (for example, spinner engine speed) to a resist coater, and apply a resist so that it may become the optimal resist thickness (step S17). Thus, according to the 2nd example, also in the resist spreading process that thickness measurement has a difficult substrate, it becomes possible by measuring the reflection factor on a semiconductor device and measuring the thickness on a dummy pattern to ask for exact amount of gaps  $\Delta t$ .

[0028] The thing [ applying by optimal resist thickness for which it asked and to which it shifts and amount of resist pattern dimension fluctuation  $\Delta w$  always becomes the smallest to the amount  $R_{\Delta t}$  of resist thickness fluctuation based on amount  $\Delta t$  like the 1st example ] becomes possible. In addition, this invention is not limited to the above-mentioned example, and based on the meaning of this invention, various deformation is possible for it and it does not eliminate these from the range of this invention.

[0029]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, the following effectiveness can be done so as explained to the detail.

According to invention according to claim 1, the amount of thickness fluctuation of an interlayer insulation film is measured before resist spreading. A shifted part of a phase (1) By adjustment of resist thickness  $T_0$  to the amount  $R_{\Delta t}$  of resist thickness fluctuation by applying by the \*\*\*\* resist thickness to which amount of resist pattern dimension fluctuation  $\Delta w$  becomes the smallest always The resist pattern dimension used as a target can be obtained without degrading the homogeneity of the resist pattern dimension within a wafer side, when the thickness of the insulator layer between layers is changed.

[0030] (2) Even if it is the case where measurement of the thickness of the interlayer insulation film of a semiconductor device has a difficult substrate before resist spreading according to invention according to claim 2 By measuring the reflection factor on a semiconductor device, compute the amount of thickness fluctuation of said interlayer insulation film, and it is based on the thickness on the dummy pattern used as criteria. It can ask for the change in the amount of thickness fluctuation of said interlayer insulation film, and resist thickness to which amount of resist pattern dimension fluctuation  $\Delta w$  becomes the smallest can be applied to the amount  $R_{\Delta t}$  of resist thickness fluctuation.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view of the semiconductor device for explaining the resist method of application which shows the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is the resist spreading structure-of-a-system Fig. showing the 1st example of this invention.

[Drawing 3] It is the resist spreading flow chart which shows the 1st example of this invention.

[Drawing 4] It is the property Fig. of the spinner engine speed and resist thickness which show the 1st example of this invention.

[Drawing 5] It is the sectional view of the semiconductor device for explaining the resist method of application which shows the 2nd example of this invention.

[Drawing 6] It is the property Fig. of the thickness of an interlayer insulation film, and a reflection factor showing the 2nd example of this invention.

[Drawing 7] It is the resist spreading flow chart which shows the 2nd example of this invention.

[Drawing 8] It is drawing showing the relation between resist thickness and a resist pattern dimension.

[Drawing 9] It is drawing showing the example of the level difference structure generated on a semiconductor device.

[Drawing 10] It is drawing showing the shift condition of the phase of the light in the interlayer insulation film at the time of exposure.

[Drawing 11] It is drawing showing an example when a phase shifts.

### [Description of Notations]

1 41 Semi-conductor substrate

2 42 Quantity reflective film

3 43 Interlayer insulation film

4 44 Resist film

10 Thickness Gage

20 Resist Coater

30 Electronic Control

31 Central Processing Unit (CPU)

32 Storage

33 Input Interface

34 Output Interface

35 Data Entry Unit

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

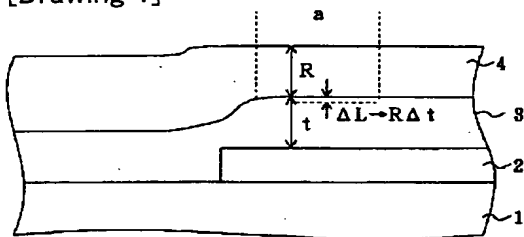
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

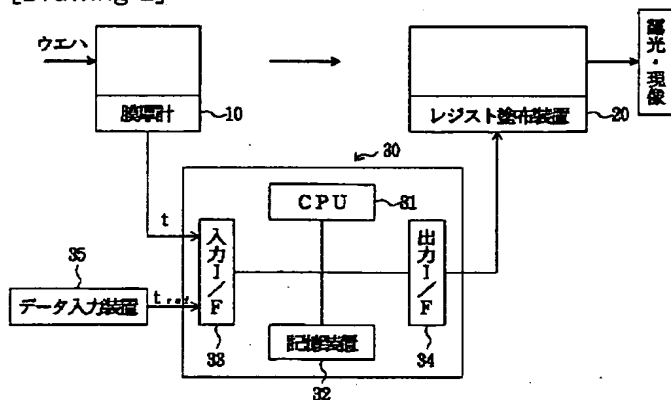
**3. In the drawings, any words are not translated.**

## DRAWINGS

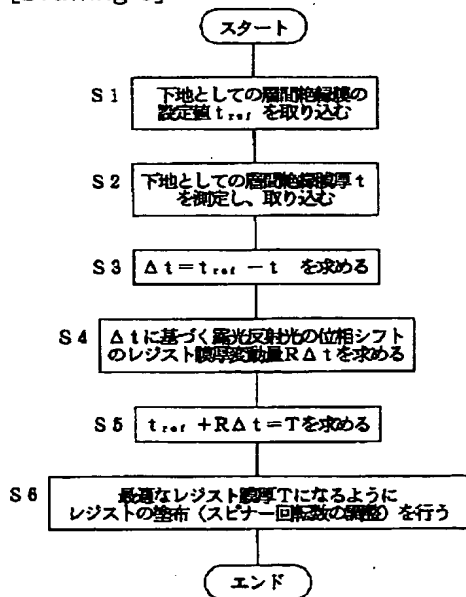
[Drawing 1]



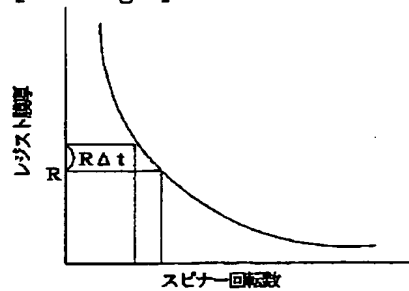
[Drawing 2]



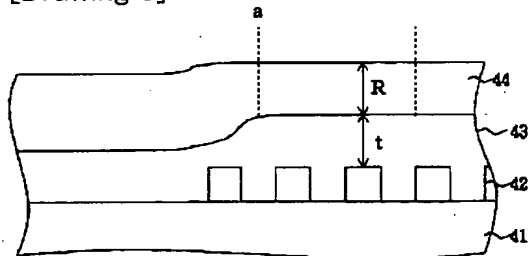
[Drawing 3]



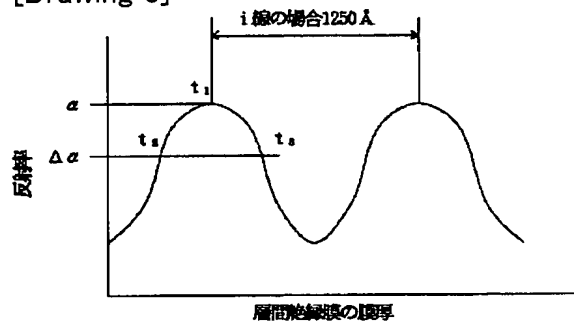
[Drawing 4]



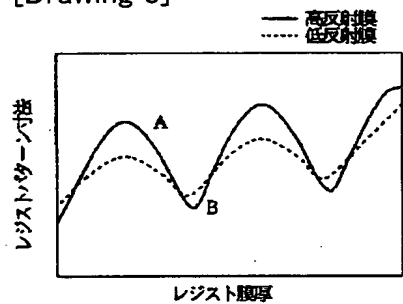
[Drawing 5]



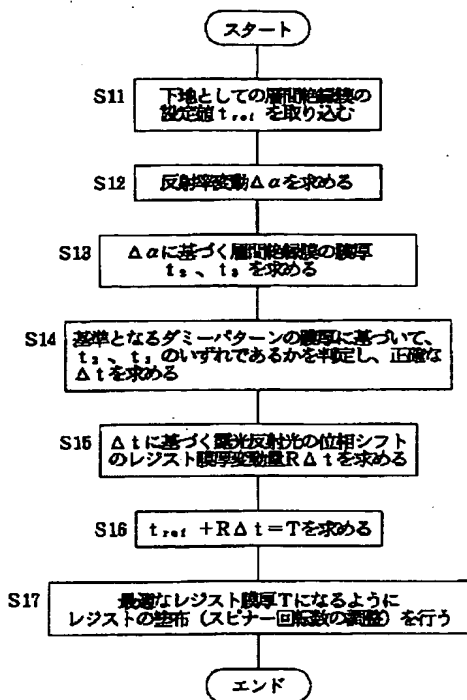
[Drawing 6]



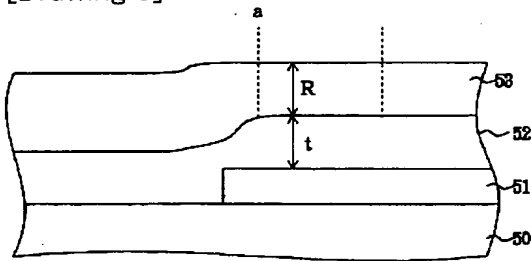
[Drawing 8]



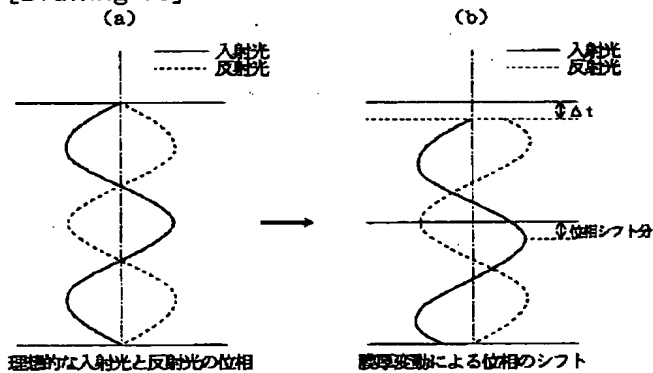
[Drawing 7]



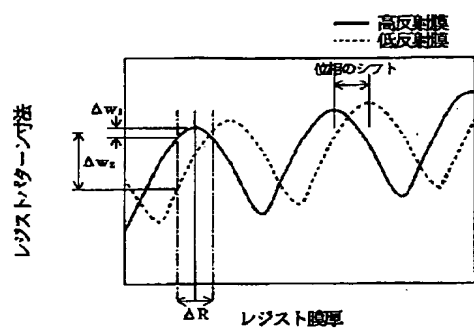
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-251222

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

| (51) Int. Cl. <sup>8</sup> | 識別記号 | P I                   |
|----------------------------|------|-----------------------|
| H 0 1 L 21/027             |      | H 0 1 L 21/30 5 6 4 D |
| B 0 5 D 3/00               |      | B 0 5 D 3/00 D        |
| G 0 3 P 7/16               |      | G 0 3 F 7/16          |
| H 0 1 L 21/66              |      | H 0 1 L 21/66 Q       |

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

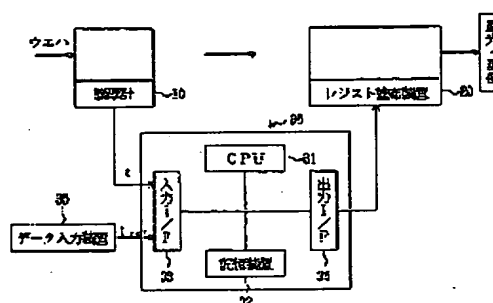
|           |                  |          |  |
|-----------|------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願平10-50257      | (71) 出願人 | 591048162<br>宮城沖電気株式会社<br>宮城県黒川郡大衡村沖の平1番地  |
| (22) 出願日  | 平成10年(1998) 3月3日 | (71) 出願人 | 000000295<br>沖電気工業株式会社<br>東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 |
|           |                  | (72) 発明者 | 佐竹 俊二<br>東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気<br>工業株式会社内   |
|           |                  | (72) 発明者 | 篠 時男<br>東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気<br>工業株式会社内    |
|           |                  | (74) 代理人 | 弁理士 清水 守 (外1名)                             |

(54) 【発明の名称】 レジスト塗布方法

(57) 【要約】

【課題】 ウエハ面内やウエハ間等でのレジストパターン寸法の均一性を高めることができるレジスト塗布方法を提供する。

【解決手段】 下地としての層間絶縁膜の膜厚の初期の設定値 $t_{00}$ をデータ入力装置35より電子制御装置30へ取り込み、次に、膜厚計10により、実際の層間絶縁膜の膜厚 $t$ を測定し、その膜厚 $t$ を電子制御装置30へ取り込む。次いで、実際の層間絶縁膜3の膜厚 $t$ の初期の設定値 $t_{00}$ からの実際の層間絶縁膜3の膜厚のずれ量 $\Delta t$  [ $\Delta t = t_{00} - t$ ] を電子制御装置30で求める。次に、上記ずれ量 $\Delta t$ に基づき、露光反射光の位相シフトを補償すべきレジスト膜厚のシフト量 $R\Delta t$ を求め、層間絶縁膜3の膜厚の初期の設定値 $t_{00}$ に、補償すべきレジスト膜厚のシフト量 $R\Delta t$ を加えて、レジスト膜の膜厚 $R T$ を求める。次に、レジスト塗布装置20に指令(例えば、スピナー回転数)を出して、最適なレジスト膜厚 $R T$ となるようにレジストを塗布する。



(2)

特開平11-251222

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】(a)レジスト塗布前に半導体装置の層間絶縁膜の膜厚変動量を算出し、(b)該層間絶縁膜の膜厚変動量に基づいて、レジスト膜厚変動量に対してレジストパターン寸法変動量が最も小さくなるようなレジスト膜厚を塗布することを特徴とするレジスト塗布方法。

【請求項2】(a)レジスト塗布前に半導体装置の層間絶縁膜の膜厚測定が困難な下地を持つ場合、半導体装置上の反射率を測定することにより、前記層間絶縁膜の膜厚変動量を算出し、(b)基準となるダミーパターン上の膜厚を基準として、前記層間絶縁膜の膜厚変動量の増減を求め、レジスト膜厚変動量に対してレジストパターン寸法変動量が最も小さくなるようなレジスト膜厚を塗布することを特徴とするレジスト塗布方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造におけるホトリソグラフィ工程（以下、ホトリソ）におけるレジスト塗布方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図8はレジスト膜厚とレジストパターン寸法の関係を示す図である。この図から明かなように、レジストパターン寸法は、露光工程時の入射光と下地からの反射光の多重干渉効果により、レジスト膜厚に対して一定の周期をもって変化する。つまり、露光装置の波長によって周期が異なり、下地からの反射率が高いほど振幅が大きくなる。

【0003】従来、半導体装置開発時において、レジスト膜厚が変動した場合にも、レジストパターン寸法の変動量が小さくなるように、図8に示す周期の極となるAあるいはB点のレジスト膜厚を、半導体装置製造の各工程で予め評価し、レジスト膜厚を設定する。設定されたレジスト膜厚は、レジスト膜厚測定用のフラットな半導体基板（以下ウエハ）上に塗布されたレジスト膜厚を、定期的に測定することにより、間接的に管理するのが一般的である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の方法では、半導体基板上には配線と層間絶縁膜の積み重ねにより、様々な段差構造が存在する。ここで、配線工程は高反射膜、層間絶縁膜は透過率の高い膜が用いられる場合が多い。図9は段差を有する半導体装置の断面図であり、50は半導体基板、51は高反射膜、52は層間絶縁膜、53はレジスト膜である。

【0005】この図に示すように、aの箇所、つまり、下地が高反射膜51と層間絶縁膜52の重なった部分にレジストを形成する。すると、露光光の層間絶縁膜52の表面での反射率が小さいため、露光光はレジスト膜53と層間絶縁膜52の複合膜内で多重干渉する（層間絶縁膜表面での反射光は無視できる）。また、層間絶縁膜

52の膜厚が変動した場合、露光時の層間絶縁膜内の光の位相がシフトする。

【0006】図10は下地としての層間絶縁膜の膜厚が変動した場合において、露光時の層間絶縁膜内の光の位相のシフト状態を示す図であり、図10(a)は理想的な露光時の層間絶縁膜内の光の位相を示す図、図10(b)は層間絶縁膜の膜厚が変動した場合の露光時の層間絶縁膜内の光の位相のシフト状態を示す図である。

これらの図に示すように、レジスト膜と層間絶縁膜の複合膜内の光の位相がシフトし、図8で示した極Aと極Bのレジスト膜厚が移動する。なお、図8において、横軸はレジスト膜厚、縦軸はレジストパターン寸法を示している。

【0007】図11は下地としての層間絶縁膜の膜厚による露光光の波形の位相がシフトした場合の例を示す図である。この図に示すように、極Aに設定していた場合において、レジスト膜厚が $\Delta R$ 変動したとき、レジストパターン寸法は $\Delta w$ 、変動することになる。しかし、位相がシフトすることにより、レジスト膜厚が同じ $\Delta R$ 変動した場合、レジストパターン寸法は $\Delta w_1$ に変動する。

【0008】ここで、 $\Delta w_1 < \Delta w$  となるのは明白である。結果的に、レジスト膜厚の変動が小さい場合でも、 $\Delta R$ に対する $\Delta w$ が大きくなり、ウエハ面内、ウエハ間等でのレジストパターン寸法の均一性が劣化することになる。本発明は、上記問題点を除去し、ウエハ面内やウエハ間等でのレジストパターン寸法の均一性を高めることができるレジスト塗布方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、(1)レジスト塗布方法において、レジスト塗布前に半導体装置の層間絶縁膜の膜厚変動量を算出し、この層間絶縁膜の膜厚変動量に基づいて、レジスト膜厚変動量 $R\Delta t$ に対してレジストパターン寸法変動量 $\Delta w$ が最も小さくなるようなレジスト膜厚を塗布するようにしたものである。

【0010】(2)レジスト塗布方法において、レジスト塗布前に半導体装置の層間絶縁膜の膜厚測定が困難な下地を持つ場合、半導体装置上の反射率を測定することにより、前記層間絶縁膜の膜厚変動量を算出し、基準となるダミーパターン上の膜厚を基準として、前記層間絶縁膜の膜厚変動量の増減を求め、レジスト膜厚変動量 $R\Delta t$ に対してレジストパターン寸法変動量 $\Delta w$ が最も小さくなるようなレジスト膜厚を塗布するようにしたものである。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は本発明の第1実施例を示すレジスト塗布方法を説明するための半導体装置の断面図、

(3)

特開平11-251222

3

4

図2はそのレジスト塗布システムの構成図、図3はそのレジスト塗布フローチャートである。ここでは、図1のaの箇所でレジストパターンを作製する場合を例に挙げて説明する。

【0012】図1において、1は半導体基板、2は高反射膜、3は層間絶縁膜、4はレジスト膜である。図2において、10は膜厚計であり、ここでは、下地としての層間絶縁膜3の膜厚を計測する。20はレジスト塗布装置、30は電子制御装置であり、この電子制御装置30は、中央処理装置(CPU)31、記憶装置32、入力インタフェース33、出力インタフェース34を備えている。また、35はデータ入力装置35であり、層間絶縁膜3の設定値を入力する。

【0013】そこで、膜厚計10にウエハが供給され、レジストを塗布する前に、半導体装置上の層間絶縁膜3の膜厚 $t$ を測定し、レジスト膜厚条件を設定した初期の層間絶縁膜3の膜厚 $t_{00}$ からのずれ量 $\Delta t$ を電子制御装置30で求める。ここで、層間絶縁膜3のずれ量 $\Delta t$ により反射光の位相がシフトする分を、レジスト膜厚をシフトさせることで一致させると、図8で示したような波形の極が得られることになる。

【0014】以下、第1実施例のレジスト塗布方法を図1乃至図3を参照しながら詳細に説明する。

(1) まず、下地としての層間絶縁膜3の膜厚の初期の設定値 $t_{00}$ をデータ入力装置35より電子制御装置30

$$R\Delta t = (\text{層間絶縁膜の屈折率} / \text{レジストの屈折率}) \times \Delta t \quad \dots (1)$$

一例として、下地の層間絶縁膜3にBPSG膜、ホトリソをi線工程として、BPSG膜が目標に対して300Å薄くなった場合の露光反射光の位相シフトを補償すべきレジスト膜厚のシフト量 $R\Delta t$ を算出してみる。そこで、BPSG膜の屈折率1.46、i線レジストの屈折率1.64、 $\Delta t = 300\text{Å}$ として(1)式に代入すると、 $R\Delta t = \text{約}270\text{Å}$ となる。

【0018】従って、レジスト膜厚を270Å厚く塗布することにより、レジスト膜厚変動量 $\Delta R$ に対して、レジストパターン寸法変動量 $\Delta w$ が最も小さくなるようなレジスト膜厚 $R\Delta t$ を得ることができる。ここで得たレジスト膜厚 $R\Delta t$ は、上記したように、レジスト塗布装置20のスピナーの回転数を調整することにより、塗布することが可能である。

【0019】以上の作業を各レジスト塗布工程毎に行うことにより、そのウエハ毎に、常にレジスト膜厚変動量(シフト量) $R\Delta t$ に対して、レジストパターン寸法変動量 $\Delta w$ が最も小さくなるような膜厚でレジスト塗布を行うことが可能となる。このように、第1実施例によれば、レジスト塗布前に、層間絶縁膜の膜厚変動量(シフト量) $R\Delta t$ を求め、位相のシフト分をレジスト膜厚の調整により、常にレジスト膜厚変動量(シフト量) $R\Delta t$ に対して、レジストパターン寸法変動量 $\Delta w$ が最も小さくなるようなレジスト膜厚で塗布することにより、層

\*0へ取り込む(ステップS1)。

(2) 次に、膜厚計10により、実際の層間絶縁膜3の膜厚 $t$ を測定し、その膜厚 $t$ を電子制御装置30へ取り込む(ステップS2)。

【0015】(3) 次いで、層間絶縁膜3の膜厚 $t$ の初期の設定値 $t_{00}$ からの実際の層間絶縁膜3の膜厚のずれ量 $\Delta t$  [ $\Delta t = t_{00} - t$ ]を電子制御装置30で求める(ステップS3)。

(4) 次に、上記ずれ量 $\Delta t$ に基づき、露光反射光の位相シフトを補償すべきレジスト膜厚のシフト量 $R\Delta t$ を求める(ステップS4)。

【0016】(5) 次いで、層間絶縁膜3の膜厚の初期の設定値 $t_{00}$ に、補償すべきレジスト膜厚のシフト量 $R\Delta t$ を加えて、レジスト膜の膜厚 $R\Delta t$ を求める(ステップS5)。

(6) 次に、レジスト膜の膜厚 $R\Delta t$ になるように、レジスト塗布装置20に指令(例えば、スピナー回転数)を出して、最適なレジスト膜厚となるようにレジストを塗布する(ステップS6)。すなわち、図4に示すように、スピナー回転数とレジスト膜厚は相関関係がある。そこで、電子制御装置30の出力が適正なレジスト膜厚になるようにスピナー回転数を制御する。

【0017】なお、層間絶縁膜3とレジスト膜4は、屈折率が異なるため、必要となるレジスト膜厚のシフト量 $R\Delta t$ は以下の式で求めることができる。

間絶縁膜の膜厚が変動した場合においても、ウエハ面内のレジストパターン寸法の均一性を劣化させることなく、目標となるレジストパターン寸法を得ることが可能となる。

【0020】次に、本発明の第2実施例について説明する。図5は本発明の第2実施例を示すレジスト塗布方法を説明するための半導体装置の断面図、図6は本発明の第2実施例を示す層間絶縁膜の膜厚と反射率の特性図、図7はそのレジスト塗布フローチャートである。図5において、41は半導体基板、42は下地の高反射膜であり、ピッチの小さな配線パターンからなっている。43は層間絶縁膜、44はレジスト膜である。

【0021】この実施例では、図5に示すように、下地の高反射膜42が、ピッチの小さな配線パターン等の場合、高反射膜42上の層間絶縁膜43の膜厚を正確に測定するのが困難である。従って、第2実施例では、層間絶縁膜43の膜厚を測定する代わりに、半導体装置装置上の反射率を測定することにより、実際の層間絶縁膜43の膜厚 $t$ の初期の設定値 $t_{00}$ から層間絶縁膜43のずれ量 $\Delta t$ を求める。

【0022】図5に示したaの箇所にレジストパターンを形成する場合、レジスト塗布前にaの箇所の反射率を測定すると、図6に示すように、層間絶縁膜43の膜厚 $t$ と反射率 $\alpha$ の関係は、一定の周期を持って変動する

(4)

特開平11-251222

5

【露光と同じ波長(波長365nm)を用いて反射率を測定した場合、波長の周期は約1250Åとなる】。例えば、初期設定時の層間絶縁膜の膜厚 $t_{ref}$ を $t_0$ とし、 $i$ 線での反射率が $\Delta\alpha$ 変動したとする。この時の層間絶縁膜の膜厚の変動量 $\Delta t$ は、図6の $t_1$ 、あるいは $t_2$ となる。しかし、このままでは、 $\Delta t$ が $t_1$ 、 $t_2$ のどちらかであるのか判定できない。つまり、 $\Delta t$ の正負の判定ができない。

【0023】そこで、 $\Delta t$ の正負を判定するため、半導体装置と同じ段差構造を持つダミーパターンをスクライブライン上に挿入し、図5に示した $a$ の代わりに、基準となるダミーパターンの層間絶縁膜の膜厚を測定することにより、 $\Delta t$ の正負を判定する。ダミーパターンは、初期設定に対する層間絶縁膜の膜厚の増減を計るためのものである。そのため、膜厚測定が容易にできる大きさの平面を持つパターンとする。つまり、スクライブラインの幅を考慮すると、1辺が50~80 $\mu m$ 程度の正方形が理想である。

【0024】このダミーパターン上で $\Delta t$ の正負を求めることにより、図5の $t_1$ 、 $t_2$ のどちらが正しい値であるのか判定を行い、正確なずれ量 $\Delta t$ を求めることができる。以上求めたずれ量 $\Delta t$ を用い、第1実施例と同様に、 $R\Delta t$ を求めることで、各工程ごとに、常にレジスト膜厚変動量 $R\Delta t$ に対して、レジストパターン寸法変動量 $\Delta w$ が最も小さくなるようなレジスト膜厚で塗布することが可能となり、レジストパターン寸法の均一性の劣化を低減することができる。

【0025】以下、そのレジスト塗布方法を図7を参照しながら詳細に説明する。

(1) 下地としての層間絶縁膜の膜厚の初期の設定値 $t_{ref}$ をデータ入力装置より電子制御装置へ取り込む(ステップS11)。

(2) 次に、反射率の変動 $\Delta\alpha$ を求める(ステップS12)。

(3) 次に、反射率の変動 $\Delta\alpha$ に基づき、層間絶縁膜の膜厚 $t_1$ 、 $t_2$ を求める(ステップS13)。

【0026】(4) 次に、基準となるダミーパターンの膜厚に基づいて、 $t_1$ 、 $t_2$ のいずれであるかを判定し、正確なずれ量 $\Delta t$ を求める(ステップS14)。

(5) 次に、上記ずれ量 $\Delta t$ に基づく、露光反射光の位相シフトを補償すべきレジスト膜厚のシフト量 $R\Delta t$ を求める(ステップS15)。

(6) 次に、層間絶縁膜の膜厚の初期の設定値 $t_{ref}$ に、補償すべきレジスト膜厚のシフト量 $R\Delta t$ を加えて、レジスト膜の膜厚 $R$ を求める(ステップS16)。

【0027】(7) 次に、レジスト塗布装置に指令(例えば、スピナー回転数)を出して、最適なレジスト膜厚となるようにレジストを塗布する(ステップS17)。このように、第2実施例によれば、膜厚測定が困難な下

6

地を持つレジスト塗布工程においても、半導体装置上の反射率を測定し、ダミーパターン上の膜厚を測定することにより、正確なずれ量 $\Delta t$ を求めることが可能となる。

【0028】その求めたずれ量 $\Delta t$ に基づいて、第1実施例と同様に常にレジスト膜厚変動量 $R\Delta t$ に対して、レジストパターン寸法変動量 $\Delta w$ が最も小さくなるような最適なレジスト膜厚で塗布することが可能となる。なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0029】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

(1) 請求項1記載の発明によれば、レジスト塗布前に、層間絶縁膜の膜厚変動量を測定し、位相のシフト分をレジスト膜厚の調整により、常にレジスト膜厚変動量 $R\Delta t$ に対して、レジストパターン寸法変動量 $\Delta w$ が最も小さくなるようなレジスト膜厚で塗布することにより、層間の絶縁膜の膜厚が変動した場合においても、ウェハ面内のレジストパターン寸法の均一性を劣化させることなく、目標となるレジストパターン寸法を得ることができる。

【0030】(2) 請求項2記載の発明によれば、レジスト塗布前に半導体装置の層間絶縁膜の膜厚の測定が困難な下地を持つ場合であっても、半導体装置上の反射率を測定することにより、前記層間絶縁膜の膜厚変動量を算出し、基準となるダミーパターン上の膜厚を基準として、前記層間絶縁膜の膜厚変動量の増減を求め、レジスト膜厚変動量 $R\Delta t$ に対して、レジストパターン寸法変動量 $\Delta w$ が最も小さくなるようなレジスト膜厚で塗布することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示すレジスト塗布方法を説明するための半導体装置の断面図である。

【図2】本発明の第1実施例を示すレジスト塗布システムの構成図である。

【図3】本発明の第1実施例を示すレジスト塗布フローチャートである。

【図4】本発明の第1実施例を示すスピナー回転数とレジスト膜厚との特性図である。

【図5】本発明の第2実施例を示すレジスト塗布方法を説明するための半導体装置の断面図である。

【図6】本発明の第2実施例を示す層間絶縁膜の膜厚と反射率の特性図である。

【図7】本発明の第2実施例を示すレジスト塗布フローチャートである。

【図8】レジスト膜厚とレジストパターン寸法の関係を示す図である。

【図9】半導体装置上で発生する段差構造の例を示す図

(5)

特開平11-251222

7

8

である。

【図10】露光時の層間絶縁膜内の光の位相のシフト状態を示す図である。

【図11】位相がシフトした場合の例を示す図である。

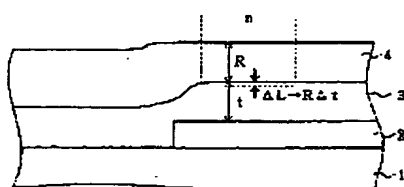
【符号の説明】

- 1. 41 半導体基板
- 2. 42 高反射膜
- 3. 43 層間絶縁膜
- 4. 44 レジスト膜

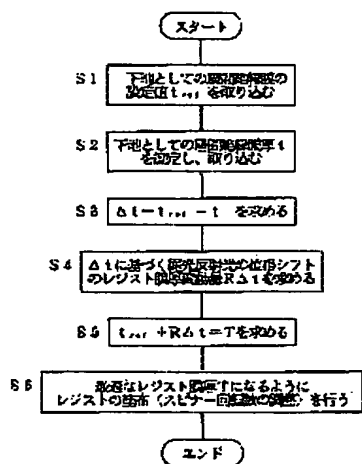
- \* 10 膜厚計
- 20 レジスト塗布装置
- 30 電子制御装置
- 31 中央処理装置 (CPU)
- 32 記憶装置
- 33 入力インタフェース
- 34 出力インタフェース
- 35 データ入力装置

\*

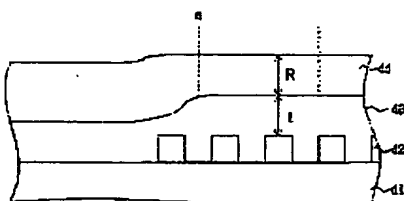
【図1】



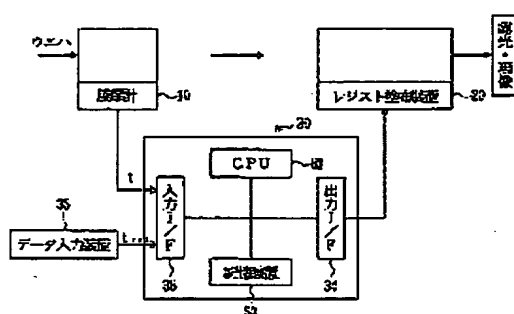
【図3】



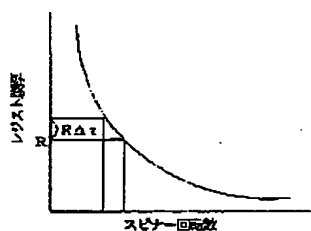
【図5】



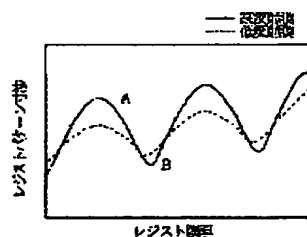
【図2】



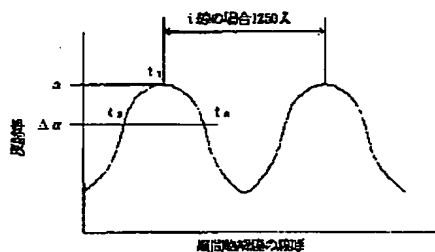
【図4】



【図8】



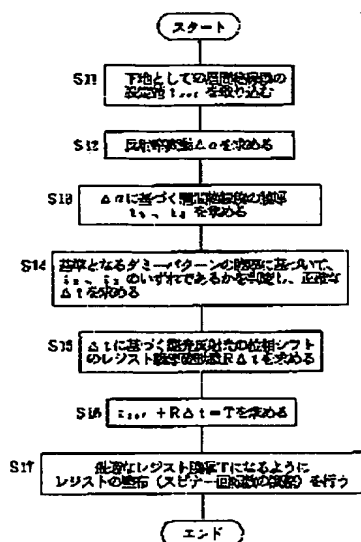
【図6】



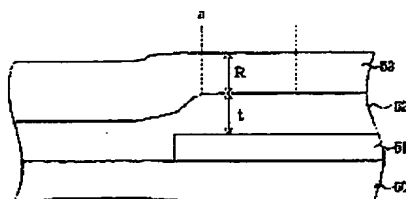
(5)

特開平11-251222

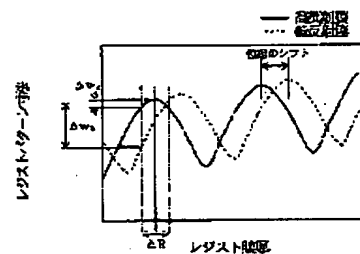
【図7】



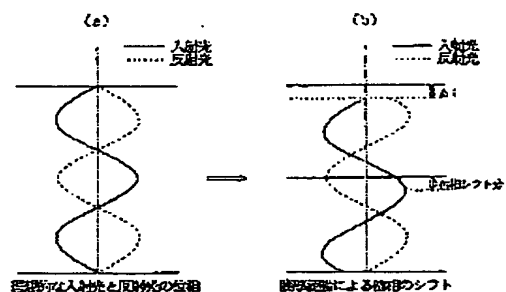
【図9】



【図11】



【図10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**